Measuring Dioxins

Environmental technology

Environment Canada Environnement Canada

Canada

Artificially created organic compounds, particularly the extremely toxic polychlorinated dibenzo-*para*-dioxins, pose a potential threat to the environment and to human health. Efforts are being made to determine the exact environmental and health effects of dioxins — and of a series of related compounds called furans — but such work cannot proceed without the means to measure these compounds in environmental samples and waste streams. The River Road Environmental Technology Centre (RRETC) in Gloucester, Ontario, is a leader in developing and applying methodologies for sampling and analysing many hazardous organic compounds, including dioxins and furans.

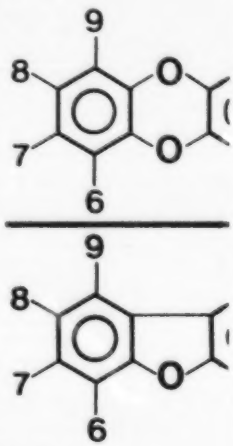
The River Road Environmental Technology Centre is a leader in developing and applying methodologies for sampling and analysing hazardous organic compounds.

Dioxins and Furans: The Problem

Polychlorinated dibenzo-*para*-dioxins ("dioxins") are a family of 75 related chemical compounds of varying toxicity, which are present in the environment in both particulate and vapour forms. Polychlorinated dibenzofurans ("furans") are a family of 135 compounds, also of varying toxicity, which are normally present with dioxins. The most toxic of the 210 dioxin and furan compounds is 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-*para*-dioxin (2,3,7,8-TCDD).

Dioxins and furans are created during the manufacture of other chemicals, notably certain pesticides; during the incomplete combustion of material containing chlorine and organic compounds, notably incineration of solid waste or sewage sludge; during combustion of chlorophenol-contaminated wood waste; and during certain pulp and paper processes that involve the use of chlorine. Some dioxins and furans are also believed to originate naturally as a result of forest fires.

Dioxins and furans are absorbed by living organisms and are not readily excreted. The compounds therefore accumulate, increasing in concentration as they are ingested by various organisms. For example, microscopic aquatic plants and animals living in contaminated water will take-up dioxins and furans into their tissues. The compounds are then passed on, in greater concentration, into the tissues of fish that eat the contaminated plants and animals, and, in even greater concentration, into the tissues of birds that eat the contaminated fish.



Laboratory experiments with animals have attempted to determine the extent of the effects of dioxins. Tests performed with animals exposed to 2,3,7,8-TCDD have shown numerous adverse health effects, such as damage to the immune system, and increased incidences of tumors.

Humans are exposed to certain amounts of dioxins and furans when they breathe, drink, eat, or come into other contact with contaminated materials and foodstuffs.

Sampling and analysis can pinpoint the most threatening sources, permitting control action to be planned and implemented.

Measurement Leads to Control

Air, water, sediment, and tissue samples can all be analysed for their dioxin/furan content. Because production of dioxins and furans is chiefly the result of human activity, it can be controlled. Sampling and analysis can pinpoint the most threatening sources, permitting control action to be planned and implemented. Re-sampling and re-analysis can show whether the controls that were instituted have been effective.

Each year, the specialized analytical laboratories at the RRETC analyse up to 500 samples for dioxin and furan content. Many of these samples are obtained from air pollution measuring devices that sample smokestacks or ambient air; others are obtained from industrial process or waste streams. The RRETC uses sophisticated sampling methods and then applies highly sensitive analytical procedures to isolate dioxins/furans from other contaminants in the samples and to measure the dioxin/furan concentrations. In August and September 1988, the RRETC's facilities proved invaluable in determining the extent of dioxin and furan contamination due to the PCB fire at St-Basile-le-Grand, Quebec.

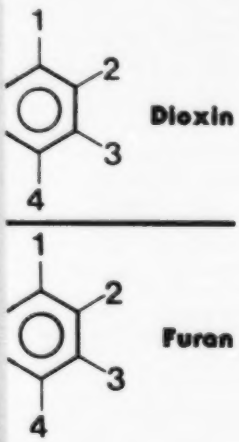
measure

Accuracy and Quality Take Time

Sampling for ultra-trace levels (parts per trillion or quadrillion) of organic chemicals in ambient air and in emissions from stationary sources is a complex, time-consuming and costly exercise. Before the actual field collection work begins, RRETC staff must design the sampling program, prepare and scrupulously clean the sampling equipment, analyse the reagents to be added to the sample, and calibrate the sampling devices. Preparation for a sampling program often takes more than two months.

Depending on the complexity of the project, the sampling program may take a few days or a month or more. A series of collections is usually made in order to more accurately reflect the average chemical concentrations and to obtain representative samples. The collected samples are carefully stored and shipped to RRETC for organic analysis and quantification of dioxin/furan levels. Samples can take from 10 to 15 days to analyse. The RRETC ensures the accuracy of its analyses by calibrating equipment daily, by following stringent procedures for handling and processing samples, by measuring concentrations in each sample several times, and by processing and measuring "blank" samples for comparison. The laboratory also checks test samples provided by other labs (and sends selected samples out for others to test). Through strict quality control and by comparing results with other laboratories that use the same kind of test procedures, the RRETC can ensure that its work is always of the highest quality.

Since 1985, the RRETC has been providing sampling and analytical support for Environment Canada's National Incinerator Testing and Evaluation Program (NITEP). This program addresses emissions from municipal solid waste incinerators and includes joint projects with the U.S. Environmental Protection Agency. Under NITEP, the RRETC has made a significant contribution to the development of internationally acceptable methods of sample collection and analysis. This work is essential to the definition of regulations to protect the environment and human health.



Improved Detection Capabilities

In the past, the attempt to measure dioxins was viewed as searching for a needle in a haystack. But today's improved measurement capabilities allow the RRETC to isolate dioxins and furans, regardless of the other organic compounds or substances that may appear in the sample. Using a device called a gas chromatograph/mass spectrometer, the RRETC can measure dioxin levels as low as a few parts per trillion, which is comparable to finding a grain of salt in an Olympic-size swimming pool. And the RRETC continues to search for even more useful, more accurate sampling and analytical methodologies.

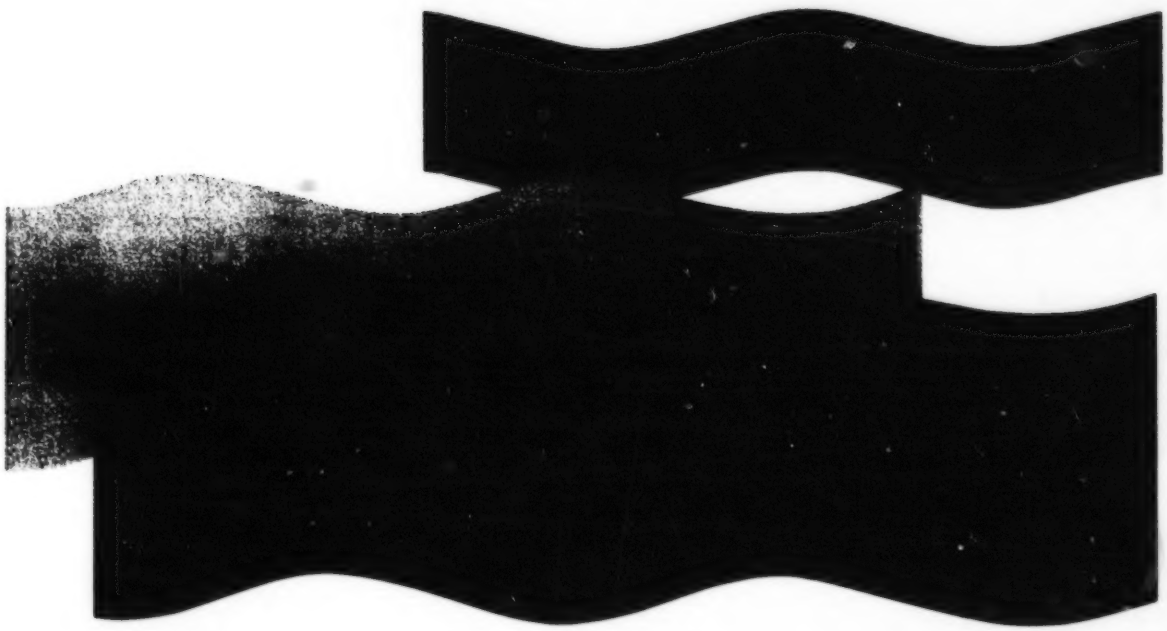
Dioxins and furans probably cannot be entirely eliminated from our environment. However, by using the results of comprehensive tests on environmental samples and waste streams, we can begin to protect ourselves from their possible harmful effects and plan ways to reduce these toxic chemicals to the lowest levels possible.

For more information, contact:
River Road Environmental Technology Centre
Environment Canada
3439 River Road
Ottawa, Ontario
K1A 0H3

Telephone: (613) 998-3671

Le dosage des dioxines

Techniques environnementales



Environnement Canada Environment Canada

Canada

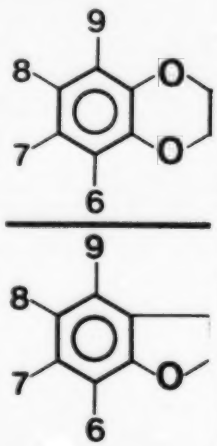
Certains composés organiques créés par l'homme, et plus particulièrement les dibenzo-paradioxines polychlorées, présentent un danger latent pour la santé et l'environnement. L'étude des effets précis sur la santé et l'environnement des dioxines et de composés connexes appelés furannes ne peut progresser sans les instruments pour les doser dans des échantillons prélevés dans le milieu naturel et dans des rejets (solides, liquides ou gazeux). Le Centre environnemental de River Road (CERR) à Gloucester, Ontario, joue un rôle de premier plan dans l'élaboration et l'application de méthodes d'échantillonnage et d'analyse de nombreuses substances organiques dangereuses, y compris les dioxines et les furannes.

Le Centre environnemental de River Road joue un rôle de premier plan dans l'élaboration et l'application de méthodes d'échantillonnage et d'analyse de substances organiques dangereuses.

Le problème des dioxines et des furannes

La famille des dibenzoparadioxines polychlorées compte 75 composés chimiques de toxicités diverses qu'on retrouve dans l'environnement tant à l'état solide (matières particulaires) qu'à l'état gazeux (vapeur), et celle des dibenzofurannes polychlorés comporte 135 composés de toxicités diverses, qui sont normalement présents avec les dioxines. Parmi ces 210 dioxines et furannes, le produit le plus toxique est la tétrachloro-2,3,7,8 dibenzoparadioxine (2,3,7,8-TCDD).

Les dioxines et les furannes sont générés: lors de la fabrication d'autres produits chimiques, et surtout de certains pesticides; par la combustion incomplète de substances contenant du chlore et des composés organiques, et au cours de l'incinération de déchets solides ou de boues d'épuration; au cours de la combustion de déchets de bois contenant des chlorophénols; et par certains procédés au chlore de l'industrie des pâtes et papiers. On croit aussi qu'il y a une production naturelle de certains furannes et dioxines au cours des incendies de forêt.



Les dioxines et les furannes sont absorbés par les organismes vivants et ne sont pas facilement excrétés. Il y a accumulation de ces composés dans les tissus des organismes qui constituent la chaîne alimentaire. Par exemple, le phytoplancton et le zooplancton vivant dans l'eau contaminée assimilent les dioxines et les furannes dans leurs tissus. Ces composés se retrouvent en concentrations plus élevées dans les tissus des poissons qui se nourrissent de phytoplancton et de zooplancton contaminés, et en concentrations encore plus grandes dans les tissus des oiseaux qui se nourrissent de poissons contaminés.

On a tenté de déterminer, au moyen d'expériences avec des animaux de laboratoire exposés à la 2,3,7,8-TCDD, l'importance des effets des dioxines. Les résultats de ces expériences ont démontré l'existence d'un grand nombre d'effets néfastes sur la santé, dont la perturbation du système immunitaire et un plus grand nombre de cas de tumeurs.

Certaines quantités de dioxines et de furannes peuvent pénétrer dans l'organisme humain par voie pulmonaire, orale ou cutanée.

L'échantillonnage et l'analyse permettent de découvrir les sources les plus dangereuses, et de planifier et de mettre en œuvre des mesures de contrôle.

Les analyses permettent l'élaboration de mesures de contrôle

Il est possible de doser les dioxines et les furannes dans des échantillons d'air, d'eau, de sédiments et de tissus. Parce que la production de dioxines et de furannes résulte principalement de l'activité humaine, elle peut être contrôlée. L'échantillonnage et l'analyse permettent de découvrir les sources les plus dangereuses, et de planifier et de mettre en œuvre des mesures réglementaires. L'échantillonnage et l'analyse permettent également de vérifier l'efficacité des mesures de contrôle mises en œuvre.

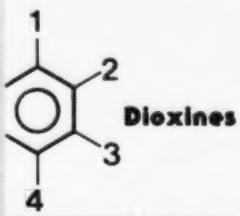
Chaque année, les laboratoires du CERR dosent les dioxines et les furannes dans plus de 500 échantillons. Plusieurs de ces échantillons sont prélevés dans les cheminées ou dans l'air ambiant, alors que d'autres proviennent de processus ou de rejets industriels. Le CERR utilise des méthodes d'échantillonnage perfectionnées et des méthodes analytiques très sensibles pour isoler les dioxines et les furannes des autres contaminants des échantillons et en mesurer la concentration. En août et septembre 1988, les installations du CERR ont été extrêmement utiles pour déterminer l'ampleur de la contamination par les dioxines et les furannes, causée par l'incendie du dépôt de BPC à Saint-Basile-le-Grand, au Québec.

Il faut du temps pour des résultats précis et de haute qualité

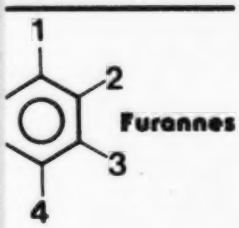
L'échantillonnage nécessaire pour mettre en évidence des traces infimes (1×10^{-12} ou 1×10^{-15}) de produits chimiques organiques dans l'air ambiant et les émissions de sources stationnaires est un travail complexe, long et coûteux. Avant de procéder à l'échantillonnage proprement dit, l'équipe du CERR doit concevoir le programme d'échantillonnage, préparer et nettoyer à fond l'équipement, analyser les réactifs et étalonner les dispositifs d'échantillonnage. Ces travaux préliminaires peuvent souvent prendre plus de deux mois.

Selon la complexité du projet, le programme d'échantillonnage peut durer quelques jours, ou un mois ou plus. Il faut faire plusieurs prélèvements afin d'obtenir des échantillons représentatifs et d'évaluer de façon plus précise les teneurs moyennes en produits chimiques. Ces échantillons sont emballés avec soin et envoyés au CERR pour analyse organique et dosage des dioxines et des furannes. L'analyse peut nécessiter de 10 à 15 jours. Le CERR garantit la précision de ses analyses en étalonnant son appareillage quotidiennement, en suivant des modes opératoires très exigeants, en mesurant plusieurs fois les teneurs de chaque échantillon et en répétant les opérations avec des "blancs" pour comparer les résultats. Le CERR analyse également des échantillons fournis par d'autres laboratoires (et envoie des échantillons choisis à d'autres laboratoires pour analyse). Grâce à un contrôle sévère de la qualité et à la comparaison de ses résultats avec ceux d'autres laboratoires, le CERR peut garantir la très haute qualité de son travail.

Depuis 1985, le CERR fait des échantillonnages et des analyses pour le Programme national d'essai et d'évaluation des incinérateurs (PNEEI) d'Environnement Canada. Ce programme porte sur les émissions des incinérateurs qui brûlent des déchets solides urbains et comporte des projets réalisés avec l'Environmental Protection Agency des États-Unis. Dans le cadre du PNEEI, le CERR a mis au point des méthodes de prélèvement et d'analyse d'échantillons reconnues internationalement. Ce travail est essentiel à l'élaboration de règlements en vue de protéger l'environnement et la santé.



Dioxines



Furannes

De meilleures capacités de détection

Il y a quelques années, on considérait que le dosage des dioxines équivalait à chercher une aiguille dans une botte de foin. Mais les techniques de dosage qui existent aujourd'hui au CERR lui permettent d'isoler les dioxines et les furannes, peu importe les autres produits ou substances organiques présents dans l'échantillon. À l'aide d'un chromatographe à gaz/spectromètre de masse, le CERR peut doser les dioxines jusqu'à quelques parties par billion, ce qui peut se comparer à trouver un grain de sel dans une piscine olympique. Et le CERR continue à chercher des méthodes encore plus utiles et précises d'échantillonnage et d'analyse.

Il est impossible d'éliminer complètement les dioxines et les furannes de l'environnement. Toutefois, en utilisant les résultats d'analyses poussées, nous pouvons commencer à nous protéger des effets néfastes possibles de ces substances toxiques et prévoir des façons de réduire leurs concentrations aux plus faibles valeurs possibles.

Pour plus d'information, s'adresser au :

Centre environnemental de River Road
Environnement Canada
3439 River Road
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

Téléphone : (613) 998-3671